

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPLATINA DENGAN VARIASI SUHU SEBAGAI MATERIAL ANTIAGING PADA KOSMETIK**

**Synthesis and Characterization Nanoplatinum with Various Temperature as the Antiaging Material in Cosmetics**

**Muhimmatus Sholihah\*, Ismono dan Titik Taufikurrohman**

*Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

*Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya, 60231*

\*e-mail: [muhimmatussholihah@yahoo.co.id](mailto:muhimmatussholihah@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Telah dilakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi nanoplatina dengan variasi suhu sebagai material antiaging pada kosmetik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik nanoplatina yang disintesis pada berbagai suhu serta menguji aktivitas nanoplatina sebagai antioksidan. Suhu yang digunakan untuk sintesis nanoplatina adalah 70 °C, 80 °C, 90 °C dan 100 °C. Karakteristik nanoplatina dapat diketahui dengan menggunakan alat spektrofotometer Ultra Violet – Visibel (UV – Vis). Untuk mengetahui aktivitas antioksidan diuji dengan menggunakan spektrofotometer Ultra Violet – Visibel (UV-Vis). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik nanoplatina menggunakan spektrofotometer UV-Vis diperoleh bahwa suhu sintesis berpengaruh terhadap ukuran kluster nanoplatina yang dihasilkan, ukuran kluster nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C berturut – turut adalah 10,11 nm, 10,16 nm, 10,26 nm dan 10,31 nm. Berdasarkan hasil spektrofotometer UV-Vis, nanoplatina yang telah direaksikan dengan 1,1 difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) menunjukkan bahwa nanoplatina berpotensi sebagai antioksidan.

**Kata kunci:** Sintesis, karakterisasi, suhu, nanoplatina, DPPH.

**Abstract.** Research has been conducted on the synthesis and characterization nanoplatinum with temperature variations as antiaging material in cosmetics. The purpose of this study is to investigate the characterization nanoplatinum synthesized at various temperatures as well as to test the activity of antioxidant nanoplatinum. Temperature that is used for the synthesis temperature is 70 °C nanoplatinum, 80 °C, 90 °C dan 100 °C. Characterization nanoplatinum was tested with UV - Vis spectrophotometer. To determine the antioxidant activity, it was tested using DPPH method. The results showed that nanoplatinum characterization using UV- Vis spectrophotometer that synthesis temperature effected on the size of the resulting cluster nanoplatinum, cluster size nanoplatinum respectively is 10,11 nm, 10,16 nm, 10,26 nm and 10,31 nm. Based on the results of UV - Vis spectrophotometer, nanoplatinum which has been reacted with 1,1 diphenyl - 2 - picrylhydrazyl (DPPH) showed that nanoplatinum potential as an antioxidant.

**Keywords :** Synthesis, characterization, temperature, nanoplatinum, DPPH.

## PENDAHULUAN

Kosmetik dan perkembangannya tidak pernah terlepas dari kehidupan manusia, khususnya kaum wanita. Kosmetik merupakan suatu kebutuhan pokok bagi wanita yang digunakan untuk mempercantik diri dan juga

sebagai produk kesehatan, salah satunya sebagai perawatan kesehatan kulit. Kulit setiap hari mengalami paparan radikal bebas dari lingkungan yang mengakibatkan penuaan dini. Dengan demikian kosmetik diharapkan juga dapat berfungsi sebagai penangkal radikal bebas [1]. Kosmetik yang berbasis

nanopartikel mulai dikaji secara intensif karena memanfaatkan beberapa sifat khas nanopartikel [2].

Pada penelitian terdahulu, *nanogold* digunakan sebagai material antiaging dalam kosmetik, dalam penelitian tersebut dilakukan sintesis dan karakterisasi *nanogold* dengan variasi  $\text{HAuCl}_4$ , hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik  $\text{HAuCl}_4$  berpengaruh pada ukuran *cluster nanogold* [1].

Platina dan logam – logam yang tergolong dengannya yaitu logam mulia (Au, Ag, Pt, Pd dan Cu) adalah logam yang unik sebab platina resisten terhadap korosi dan oksidasi, serta mudah ditempa [3]. Telah berhasil dilakukan sintesis nanopartikel Pt dengan bentuk yang baik yaitu bentuk kubik dan oktahedral dengan ukuran yang dapat dikontrol yaitu antara 5-7 dan 8-12 nm. Metode poliol dimodifikasi dengan menambahkan perak nitrat dan variasi rasio molar pada larutan perak nitrat dan  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  digunakan untuk menghasilkan nanopartikel Pt [4].

Sintesis nanopartikel dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu konsentrasi, zat penstabil [5], pH larutan, temperatur dan kecepatan pengadukan, dimana faktor – faktor tersebut menentukan ukuran dari klaster emas yang dihasilkan. Dalam penelitian dilakukan pengontrolan interaksi antar partikel dari berbagai macam variasi kecepatan pengadukan, yang bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan dan perbandingan dari masing – masing ukuran partikel yang dihasilkan [6].

Karakterisasi nano material dapat menggunakan berbagai macam instrumen, antara lain yaitu SEM, TEM, AFM, Sinar X, UV-Vis. Dengan menggunakan UV-Vis maka akan diperoleh informasi tentang ukuran dan intensitas warna [7].

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (elektron donor) atau reduktan. Senyawa ini memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal [8]. Fungsi antioksidan adalah

menetralisasi radikal bebas, sehingga tubuh terlindungi dari berbagai macam penyakit degeneratif dan kanker. Fungsi lain dari antioksidan adalah membantu menekan proses penuaan/ antiaging. Para ahli menemukan bahwa diantara semua makhluk didunia, kadar antioksidan manusia tercatat yang paling tinggi [9].

Salah satu uji yang digunakan untuk aktivitas antioksidan adalah metode penangkalan radikal bebas 1,1-difenil-2-hidrazil (DPPH). Metode penangkal radikal bebas DPPH memberikan reaktivitas senyawa yang diuji dengan suatu radikal stabil yang dapat memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 517 nm dengan warna ungu gelap. Senyawa penangkal radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan penghilangan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil [10].

Dengan demikian, diharapkan hasil sintesis nanopartikel platina yang disintesis pada berbagai suhu mampu menunjukkan kemampuannya sebagai penangkal radikal bebas.

## METODE

### Alat

Peralatan gelas, *hot plat* dan *stirrer*, timbangan digital, dan spektovotometer UV-Vis.

### Bahan

larutan  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  1000 ppm, larutan aquabides, natrium sitrat, larutan  $\text{AgNO}_3$   $2 \times 10^{-3}$  M, gliserol, DPPH dan etanol.

### Prosedur Penelitian

#### Sintesis dan Karakterisasi Nanoplatina.

Sebanyak 95 mL aquades dimasukkan kedalam gelas kimia ukuran 250 mL. kemudian dipanaskan sampai mendidih, ditambah 3 mL gliserol, dipanaskan selama 10 menit dengan variasi temperatur 70, 80, 90, 100 °C, ditambahkan 0,5 mL larutan  $\text{AgNO}_3$   $2 \times 10^{-3}$  M, ditambahkan 1,8 mL larutan  $\text{H}_2\text{PtCl}_4$  1000 ppm, ditambahkan 0,3 gram Natrium sitrat, diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 10 menit, setelah itu larutan didiamkan

sampai suhu ruang dan kemudian diukur absorbansi dan panjang gelombang maksimumnya menggunakan spektovotometer UV-Vis.

### Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH)

Sebanyak 4 mg serbuk DPPH dilarutkan dalam 100 mL etanol, larutan DPPH 0,04% dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap, kemudian larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang antara 500 – 600 nm.

### Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Spektovotometer Uv-Vis

Nanoplatinum dengan variasi suhu pemanasan diambil sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan 2 mL larutan DPPH 0,04%, campuran dikocok dengan kuat dan dibiarkan selama 30 menit diruang gelap diukur pada  $\lambda_{maks}$  yang diperoleh dari panjang gelombang maksimum 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil.

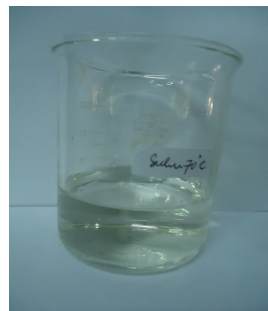
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sintesis dan Karakterisasi Nanoplatina

Hasil sintesis nanoplatina yang dilakukan dengan variasi suhu, diperoleh bahwa semakin tinggi suhu maka intensitas warna larutan nanoplatina semakin besar, warna nanoplatina adalah hitam kecoklatan. Sintesis pada suhu 100 °C menghasilkan intensitas warna yang paling besar diantara yang lain. Hal ini dikarenakan semakin besar suhu yang digunakan untuk sintesis nanoplatina maka semakin cepat kluster nanoplatina tersebut akan terbentuk, sehingga ukuran kluster nanoplatina pada tiap kenaikan suhu akan meningkat juga. Hasil terlihat seperti pada gambar 1 sampai dengan 4.

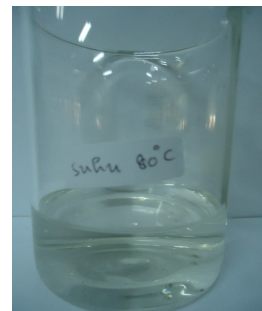
Pada suhu sintesis yang tinggi, intensitas warna nanoplatina yang dihasilkan semakin tinggi karena semakin banyak partikel nanoplatina yang terbentuk dan menempati kisi – kisi pada matrik gliserin tersebut. semakin banyak kisi – kisi gliserin yang terisi dengan nanoplatina maka intensitas warna pada nanoplatina meningkat. Begitu juga ketika kisi- kisi matriks gliserin banyak yang

kosong maka intensitas warna nanoplatina akan menurun.



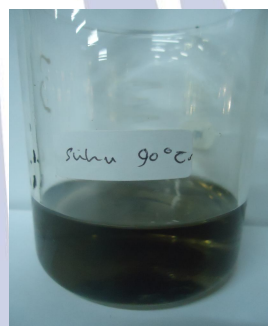
Gambar 1.

Nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C



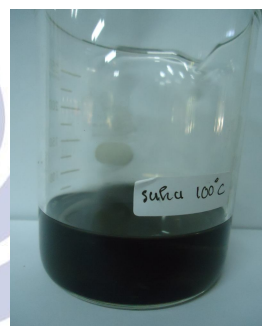
Gambar 2.

Nanoplatina yang disintesis pada suhu 80 °C



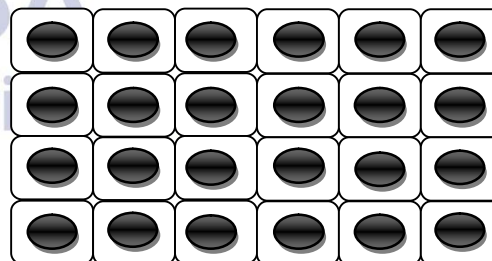
Gambar 3.

Nanoplatina yang disintesis pada suhu 90 °C



Gambar 4.

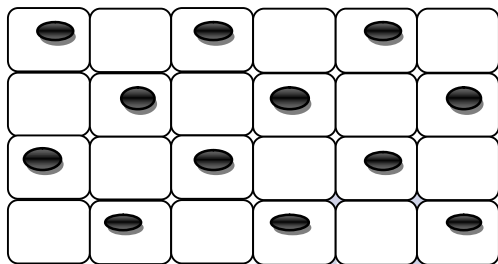
Nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C



Gambar 5. Model kluster nanoplatina (lingkaran hitam) mengisi kisi-kisi yang terbentuk oleh matriks gliserin (kerangka persegi) pada suhu 100 °C [11].



Gambar 5 merupakan gambaran nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C, pada suhu yang tinggi maka pembentukan kluster nanoplatina semakin cepat sehingga kisi – kisi matriks gliserin terisi penuh oleh kluster nanoplatina tersebut, dengan jarak antar kluster dan ukuran kluster yang ideal maka intensitas warna yang dihasilkan oleh nanopartikel platina yang disintesis pada suhu 100 °C juga semakin tinggi.



Gambar 6. Model kluster nanoplatina (lingkaran hitam) mengisi kisi-kisi yang terbentuk oleh matriks gliserin (kerangka persegi) pada suhu 70°C [11].

Sedangkan gambar 6 merupakan gambaran dari nanoplatina yang disintesis pada suhu selain 70 °C, semakin rendah suhu sintesi maka semakin kecil kecepatan pembentukan kluster nanoplatina sehingga jumlah kluster nanoplatina yang menempati kisi – kisi matriks gliserin juga semakin rendah, jarak antar kluster yang jauh dan diameter kluster yang rendah menjadikan warna nanoplatina semakin rendah. Tabel 1 adalah hasil analisis menggunakan UV-Vis yang mencantumkan panjang gelombang setiap nanopartikel platina serta absorbansi nanopartikel platina tersebut. Dengan suhu yang berbeda - beda dihasilkan panjang gelombang dan absorbansi yang berbeda pada tiap nanoplatina. Dapat diamati bahwa nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C memiliki panjang gelombang serapan maksimum dan nilai absorbansi yang paling tinggi, panjang gelombang serapan maksimum dan nilai absorbansi yang paling rendah adalah nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C.

Absorbansi tertinggi pada nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C adalah 3,790 dan pada panjang gelombang 216,84 nm. Sedangkan pada nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C diperoleh nilai absorbansi sebesar 2,654 dan panjang gelombang 210,00 nm. Hasil spektrofotometer ini sesuai dengan hasil mengamati secara manual yang menggunakan indra mata yaitu nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C memiliki warna yang paling pekat. Hal ini disebabkan karena kerapatan kluster yang dihasilkan oleh nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C paling rapat dengan jarak antar kluster yang paling ideal, yaitu jarak terdekat yang belum menyebabkan agregasi antar kluster. Sedangkan nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C memiliki kerapatan antar kluster paling rendah sehingga jarak antar kluster yang terlalu jauh menjadikan intensitas warna rendah.

Tabel 1. Panjang gelombang max dan absorbansi pada nanoplatina pada berbagai suhu.

No	suhu (°C)	$\lambda$ (nm)	absorbansi
1	70	210	2,654
2	80	210,41	3,59
3	90	214,58	3,593
4	100	216,84	3,79

Dengan diketahuinya panjang gelombang serapan maksimum dari tiap nanoplatina yang disintesis pada berbagai suhu maka dapat diketahui diameter tiap – tiap nanoplatina tersebut. Hubungan antara celah pita energi dan ukuran partikel telah diturunkan oleh Brus dengan menggunakan aproksi masa efektif, yaitu:

$$E_g =$$

$$E_g(\text{bulk}) + \left(\frac{h^2}{8R^2}\right)\left(\frac{1}{m_e} + \frac{1}{m_h}\right) - \frac{1,8e^2}{4\pi\epsilon R\epsilon_0} \quad (1)$$

[12]

Persamaan Brus dapat diubah sehingga energi dinyatakan dalam eV, panjang dalam nanometer, massa elektron dan hole dalam

masa elektron bebas, sehingga persamaan menjadi seperti berikut:

$$E_g = E_g(\infty) + \frac{14,64}{R^2} \left( \frac{1}{m_e^2} + \frac{1}{m_h^2} \right) \quad (2)$$

$E_g$  dapat diperoleh dari persamaan

$$E_g = \frac{hc}{\lambda} \quad (3)$$

Informasi panjang gelombang bisa menghitung energi dalam satuan elektron volt.

Dengan menggunakan persamaan yang diturunkan oleh Brus maka diameter dari tiap –tiap nanoplatina yang disintesis pada berbagai suhu terlihat pada tabel 2.

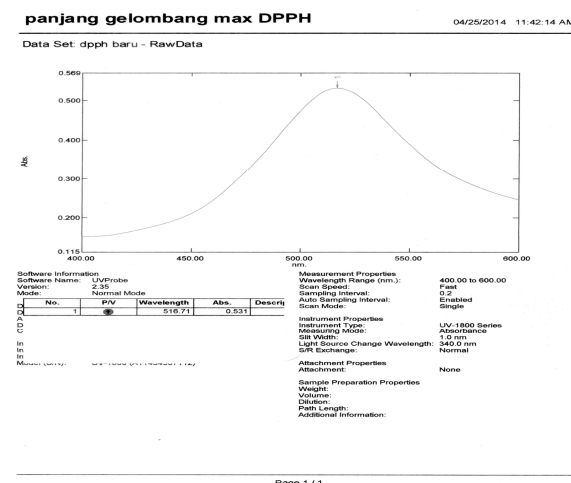
Tabel 2. Panjang gelombang maksimum dan diameter kluster nanoplatina

No	Suhu (°C)	$\lambda$ (nm)	diameter (nm)
1	70	210,00	10,11
2	80	210,41	10,16
3	90	214,58	10,26
4	100	216,84	10,31

### Pembahasan Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH, DPPH merupakan radikal bebas buatan, analisis peredaman radikal bebas pada metode ini menggunakan spektrovotometer UV-Vis. DPPH yang digunakan pada penelitian ini adalah DPPH 0,04%, DPPH 0,04% memiliki absorbansi maksimum UV-Vis pada panjang gelombang 517,00 nm. Hasil ini sudah sesuai dengan teori –teori yang ada bahwa panjang gelombang maksimum DPPH adalah 517,00 nm dengan absorbansi 0,531. Absorbansi ini selanjutnya digunakan sebagai absorbansi DPPH awal, Absorbansi DPPH awal akan mengalami penurunan setelah berinteraksi dengan senyawa peredam radikal bebas. Senyawa peredam radikal bebas dalam penelitian ini adalah nanoplatina yang disintesis pada berbagai suhu. Nanoplatina yang direaksikan dengan DPPH selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang

517,00 nm. Gambar 7 merupakan gambar panjang gelombang maksimum serta absorbansi DPPH 0,04% yang diukur menggunakan UV-Vis.



Gambar 7. Panjang gelombang maksimal DPPH

Asumsi bahwa nanoplatina merupakan salah satu senyawa yang mampu meredam radikal bebas perlu dibuktikan dengan melakukan pengukuran absorbansi nanoplatina dengan menggunakan spektrovotometer UV-Vis. Nanoplatina yang telah disintesis dalam berbagai suhu memiliki panjang gelombang maksimum dan absorbansi yang berbeda, maka kemungkinan nanoplatina tersebut juga memiliki kemampuan untuk meredam radikal bebas yang berbeda pula yang diukur pada panjang gelombang 517,00 nm.

Tabel 3. Absorbansi nanoplatina pada suhu dan waktu interaksi yang berbeda.

Waktu/ suhu	70 °C	80 °C	90 °C	100 °C
30'	0,518	0,521	0,432	0,408
90'	0,491	0,494	0,4	0,377
150'	0,414	0,406	0,315	0,312
210'	0,397	0,387	0,295	0,297

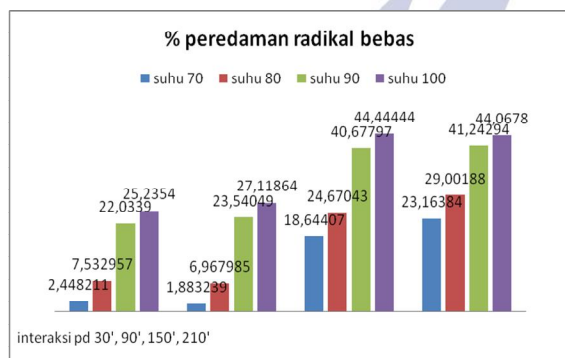
Waktu interaksi antara berbagai nanoplatina dengan DPPH juga akan berpengaruh pada penurunan absorbansi DPPH.

Pada penelitian ini absorbansi diukur setelah nanoplatina dan DPPH berinteraksi selama 30 menit, 90 menit, 150 menit dan 210 menit. Hasil penurunan absorbansi ditunjukkan pada tabel 3.

Aktivitas peredaman radikal bebas atau kekuatan antioksidan dalam meredam atau menurunkan aktivitas radikal bebas dihitung sebagai persen peredaman dari persamaan berikut:

$$\%P = (A \text{ kontrol} - A \text{ sampel}) / A \text{ kontrol} \times 100 \% [13].$$

Tabel 4. Persen peredaman radikal bebas pada berbagai suhu dan berbagai interaksi waktu.



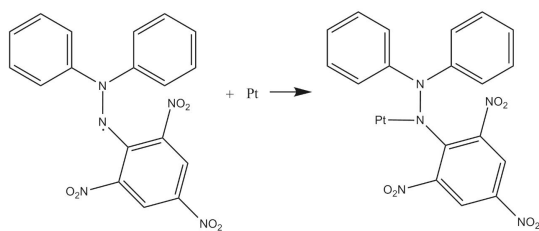
Tabel 4 menunjukkan bahwa dengan adanya variasi suhu pada saat sintesis nanoplatina, kemudian nanoplatina direaksikan dengan DPPH dengan berbagai interaksi waktu, maka persen peredaman radikal bebas yang diperoleh juga berbeda. Hasil persen peredaman radikal bebas tertinggi dengan interaksi 30 menit, 90 menit, 150 menit dan 210 menit adalah sintesis yang dilakukan pada suhu 100 °C, hal ini sangat bersesuaian dengan karakteristik nanoplatina yang disintesis pada suhu 100 °C memberikan warna koloid yang paling pekat yaitu coklat kehitaman. Jarak antar kluster nanoplatina ini paling ideal sehingga mampu memberikan aktivitas peredaman radikal bebas yang tinggi. Pada jarak antar kluster yang ideal maka interaksi yang terjadi antara nanoplatina dan DPPH dapat maksimal, karena tidak banyak kisi kosong yang menurunkan interaksi tersebut dan semakin besar ukuran kluster sehingga jarak antar kluster tidak terlalu jauh

(jarak ideal). Sebagai bentuk peredaman radikal bebas, seluruh permukaan nanoplatina akan dikelilingi oleh radikal bebas. Hasil persen peredaman terendah pada berbagai interaksi adalah sintesis yang dilakukan pada suhu 70 °C hal ini juga sesuai dengan karakteristik nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C menunjukkan warna yang paling pudar, jarak antar kluster yang tidak ideal menjadikan aktivitas peredaman radikal bebas pada nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C ini rendah, banyaknya kisi kosong mengganggu interaksi antara nanoplatina dengan DPPH, ukuran kluster kecil, sehingga interaksi yang terjadi antara nanoplatina dengan DPPH tidak bisa maksimal.

Pada interaksi antara nano partikel platina dengan DPPH setelah waktu 30 menit dan 90 menit, yang menunjukkan peredaman terendah adalah nanoplatina yang disintesis pada suhu 80 °C hal ini mungkin disebabkan karena pada waktu interaksi 30 menit pengontrolan waktu interaksi yang dilakukan kurang maksimal, karena pada dasarnya kondisi lingkungan (Ambien) juga berpengaruh pada peredaman radikal bebas. Sedangkan pada saat interaksi selama 150 menit aktivitas nanoplatina untuk meredam radikal bebas sudah normal sehingga nilai aktivitas terendah berada pada nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C. Penyimpangan nilai persen peredaman radikal bebas juga terjadi pada saat interaksi 210 menit pada suhu sintesis 100 °C, hasil peredaman radikal bebas pada suhu 100 °C lebih rendah dibandingkan dengan hasil peredaman radikal bebas nanoplatina yang disintesis pada suhu 90 °C.

Secara kimiawi interaksi yang terjadi antara partikel nanoplatina dengan radikal bebas yang terdapat pada DPPH adalah terjadinya ikatan kovalen koordinasi antara platina dengan radikal bebas DPPH yaitu atom N, atom N akan menyumbangkan pasangan elektron bebasnya kepada platina sehingga ikatan kovalen koordinasi dapat terbentuk. Reaksi seperti tercantum pada gambar 17.





Gambar 8. Interaksi antara DPPH dengan nanoplatina. [11].

Pada satu suhu sintesis nanoplatina dengan berbagai interaksi menunjukkan persen peredaman radikal bebas yang berbeda, peredaman radikal bebas yang tertinggi terdapat pada interaksi antara nanoplatina dan DPPH yang dilakukan selama 210 menit, semakin lama interaksi maka akan semakin banyak radikal bebas yang diredam oleh nanoplatina tersebut, hal ini dikarenakan nanoplatina merupakan antioksidan anorganik yang memiliki aktivitas katalitik tinggi sehingga partikel nanoplatina tersebut tidak rusak.

#### SIMPULAN

Hasil sintesis nanoplatina dengan variasi suhu yang diamati secara manual menggunakan indra mata bahwa, sintesis yang dilakukan pada suhu 100 °C menghasilkan intensitas warna yang paling pekat, kemudian disusul dengan suhu 90 °C, 80 °C dan 70 °C. Warna yang dihasilkan adalah hitam kecoklatan. Hasil sintesis nanoplatina dengan variasi suhu yang dianalisis menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dihasilkan panjang gelombang maksimal pada suhu 100 °C, 90 °C, 80 °C, dan 70 °C berturut-turut adalah 210.00, 210.41, 214.58, 216.84 nm, dengan absorbansi berturut-turut adalah 2.654, 3.590, 3.593, 3.790 dan diameter klater berturut-turut adalah 10.11, 10.16, 10.26, 10.31 nm.

Aktivitas antioksidan pada nanoplatina yang disintesis pada berbagai suhu diperoleh bahwa, semakin tinggi suhu maka aktivitas antioksidan akan semakin besar, Aktivitas antioksidan dihitung dalam bentuk persen peredaman radikal bebas, persen peredaman dari tiap nanoplatina yang disintesis pada suhu 70 °C, 80 °C, 90 °C, dan 100 °C dengan interaksi 30 menit adalah 2.44 %, 1.88%,

18.64 %, 23.16%. Persen peredaman dengan lama interaksi 90 menit berturut-turut adalah 7.53 %, 6.96%, 24.67 %, 29.00 %, Persen peredaman dengan lama interaksi 150 menit berturut-turut adalah 22.03%, 23.54 %, 40.67%, 41.24%. Persen peredaman dengan lama interaksi 210 menit berturut-turut adalah 25.23 %, 27.11%, 44.44 %, 44.06 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rhesma Arya Sekarsari, T. T. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Nanogold dengan Variasi Konsentrasi HAuCl<sub>4</sub> sebagai Material Anti Aging Dalam Kosmetik. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012-ISBN:978-979-028-550-7*, 978-979.
- [2] Abdullah, M. (2009). *Pengantar Nanosains*. Bandung: ITB Press.
- [3] Gunnar F. Nordberg, B. A. (2007). *handbook on the toxicology of metal*. USA: Academic Press.
- [4] Nguyen Viet Long, N. D. (2009). The synthesis and characterization of platinum nanoparticles: a method of controlling the size and morphology. *Nanotechnology*, volum 21, nomor 3.
- [5] Titik Taufikurrohman, I. G. (2011). Nanogold Synthesis Using Matrix Monoglyceryl Stearate as Antiaging Compounds in Modern Cosmetics. *Journal of Material Science and Engineering*, 857-864.
- [6] Ely Nur Fatimah, N. H. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Sebagai Material Pendukung Aktivitas Tabir Surya Turunan Sinamat. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012-ISBN:978-979-028-550-7*.
- [7] Mikrajuddin Abdullah, K. (2010). *Karakterisasi Nanomaterial (Teori, Penerapan dan Pengolahan Data)*. Bandung: CV. Rezeki Putra Bandung.

- [8] Winarsi, Hery. (2007). *Antioksidan alami dan radikal bebas*. Kanisius media: Yogyakarta.
- [9] Tapan, Erik. (2005). *Kanker, Antioksidan dan terapi kontemporer*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [10] Shahidi, Fereidoon. (1997). *Natural Antioxidant: Chemistry, Health effect, and Applications*. America. AOCS Press.
- [11] Taufikurrohah, T. (2013). *Sintesis, Karakterisasi, Penentuan mekanisme dan Uji Preklinik Nanogold Sebagai Material Esensial Dalam Kosmetik Anti Aging*. Surabaya: Universitas Airlangga Press.
- [12] Murphy, J. Katerin dan Jefry L. Coffey (2002). *Quantum Dot: A Primer*. University of South Carolina.
- [13] Fernandes, Helena., Ashwani Kumar dan Maria Angeles Revilla. (2011). *Working with Ferns: Issue and Applications*. India. Springer.

